Затверджено Вченою Радою ОНУ
імені І.І. Мечникова
від " 20" грудня 2016 р. № 4

Одеський національний університет імені І.І. Мечникова
(повна назва вищого навчального закладу)

Кафедра теоретичної механіки

"ЗАТВЕРДЖУЮ"
Проректор з науково-педагогічної роботи

_____

"_____" _____ 20___ р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Математичне моделювання динамічних систем в умовах невизначеності
(назва навчальної дисципліни)

Рівень вищої освіти доктор філософії

Спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»
(код і назва спеціальності)

Інститут/факультет математики, фізики та інформаційних технологій
(назва інституту, факультету)

2020 рік

Робоча програма складена на основі навчальної програми з дисципліни «***Математичне моделювання динамічних систем в умовах невизначеності***».
(назва навчальної дисципліни)

Розробники: д.т.н., професор, зав. кафедри теоретичної механіки Волков В.Е.
(вказати прізвища, наукові ступені, вчені звання та посади розробників).

Робоча програма затверджена на засіданні *кафедри теоретичної механіки*

Протокол № 1 від. "30" 08 2020 р.

Завідувач кафедри _____ (Волков В.Е.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

Схвалено навчально-методичною комісією (НМК) факультету МФІТ

Протокол № 1 від. "31" 08 2020 р.

Голова НМК _____ (Савосфу О.В.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

Переглянуто та затверджено на засіданні *кафедри теоретичної механіки*

Протокол № 1 від. "31" 08 2020 р.

Завідувач кафедри _____ (Волков В.Е.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

Переглянуто та затверджено на засіданні кафедри _____

Протокол № ___ від. "____" _____ 20__ р.

Завідувач кафедри _____ (_____)
(підпис) (прізвище та ініціали)

1. Опис навчальної дисципліни

<table>
<tr><td rowspan="2">Найменування показників</td><td rowspan="2">Галузь знань, спеціальність, спеціалізація, рівень вищої освіти</td><td colspan="2">Характеристика навчальної дисципліни</td></tr>
<tr><td>денна форма навчання</td><td>заочна форма навчання</td></tr>
<tr><td rowspan="15">Загальна кількість: кредитів 3 ECTS

годин 90

залікових модулів 1

змістових модулів 2

ІНДЗ* – _____
(вид завдання)</td><td rowspan="15">Галузь знань
12 Інформаційні технології
(шифр і назва)

Спеціальність
122 Комп’ютерні науки
(код і назва)

Спеціалізації:
_____
(назва)

Рівень вищої освіти:
доктор філософії</td><td colspan="2">Нормативна</td></tr>
<tr><td colspan="2">Рік підготовки:</td></tr>
<tr><td>2-й</td><td>2-й</td></tr>
<tr><td colspan="2">Семестр</td></tr>
<tr><td>2-й</td><td>2-й</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лекції</td></tr>
<tr><td>16 год.</td><td>8 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Практичні, семінарські</td></tr>
<tr><td>14 год.</td><td>7 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лабораторні</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Самостійна робота</td></tr>
<tr><td>60 год.</td><td>75 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">у т.ч. ІНДЗ*: - год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Форма підсумкового контролю:
залік</td></tr>
</table>

* – за наявності

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета

Метою курсу «Математичне моделювання динамічних систем в умовах невизначеності» є формування у аспірантів знань, умінь та навичок стосовно методів створення математичних моделей динамічних систем в умовах невизначеності з використанням новітніх інформаційних технологій.

Для досягнення цієї мети аспіранти повинні:

знати основи теорії диференціальних рівнянь, механіки та фізики; загальні принципи розробки та дослідження математичних, інформаційних і комп'ютерних моделей процесів і систем.

опанувати вміння та навички розробки та дослідження концептуальних, математичних, інформаційних і комп'ютерних моделей процесів і систем, ефективно використовувати ці моделі для отримання нових знань та створення інноваційних продуктів у комп'ютерній науці та дотичних міждисциплінарних напрямах.

вміти формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного та комп'ютерного моделювання; створювати моделі систем, явищ та об'єктів предметних областей в умовах невизначеності, аналізувати та досліджувати процеси, що протікають в них.

ознайомитися з загальними принципами та методами комп'ютерних наук, а також з методологією наукових досліджень.

Завдання:

Методичні: розробляти та досліджувати концептуальні, математичні, інформаційні і комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та створення інноваційних продуктів у комп'ютерній науці та дотичних міждисциплінарних напрямах.

Практичні: виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у комп'ютерній науці та дотичних до неї міждисциплінарних напрямах; будувати математичні, інформаційні, комп'ютерні моделі для опису і подальшого вивчення процесів, явищ та об'єктів в умовах невизначеності; моделювати складні системи, зокрема, інформаційні та технічні системи різного призначення, інтелектуальні системи та системи підтримки прийняття рішень; створювати та удосконалювати методи аналізу і обробки інформації, а також розробляти на їх основі відповідні інформаційні технології.

Процес вивчення дисципліни спрямований на формування елементів наступних **компетентностей**:

загальні компетентності (ЗК):
ЗК 01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

спеціальні (фахові) компетентності (СК):
СК 01. Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у комп'ютерній науці та дотичних до неї міждисциплінарних напрямах і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з комп'ютерних наук та суміжних галузей.
СК 06. Здатність будувати математичні, інформаційні, структурні, онтологічні та інші моделі для опису і подальшого вивчення процесів чи об'єктів предметних областей.
СК 09. Здатність створювати моделі систем, явищ та об'єктів предметних областей в умовах невизначеності, аналізувати та досліджувати процеси, що протікають в них.
СК 10. Здатність створювати та удосконалювати методи аналізу і обробки інформації, а також розробляти на їх основі відповідні інформаційні технології.

Програмні результати навчання:
ПРН 03. Вміння формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані.
ПРН 04. Вміння розробляти та досліджувати концептуальні, математичні, інформаційні і комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у комп'ютерній науці та дотичних міждисциплінарних напрямах.
ПРН 08. Глибоке розуміння загальних принципів та методів комп'ютерних наук, а також методології наукових досліджень, та вміння застосувати їх у власних дослідженнях у сфері комп'ютерних наук та у викладацькій практиці.

Очікувані результати навчання. У результаті вивчення навчальної дисципліни аспірант повинен

знати: загальні принципи та методи комп'ютерних наук, а також методології наукових досліджень; основні принципи побудови математичних, структурних, онтологічних моделей і метамоделей предметних областей.

вміти: формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного та комп'ютерного моделювання; розробляти та досліджувати концептуальні, математичні,

інформаційні і комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань або створення інноваційних продуктів у комп'ютерній науці та дотичних міждисциплінарних напрямах.

3. Зміст навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Динамічні системи.

Тема 1. Динамічна система як математична абстракція.

Тема 2. Динамічні система в механіці, фізиці та в задачах теорії керування.

Тема 3. Нелінійні динамічні системи.

Тема 4. Застосування сучасних інформаційних та комп'ютерних технологій для розв'язання задач нелінійної динаміки.

Змістовий модуль 2. Моделі та методи дослідження динамічних систем в умовах невизначеності.

Тема 1. Основи нечіткої логіки.

Тема 2. Прийняття рішень в умовах невизначеності.

Тема 3. Застосування нечіткої логіки та теорії нечітких множин в практичних задачах нелінійної динаміки.

Тема 4. Керування нелінійними системами.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви тем	Кількість годин									
	Денна форма					Заочна форма				
	Усього	у тому числі				Усього	у тому числі			
		л	п/с	лаб	ср		л	п/с	лаб	ср
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Змістовий модуль 1. Динамічні системи.										
Тема 1.	4	2			2	4	1			3
Тема 2.	6	2	2		2	6	1	1		4
Тема 3.	10	2	2		6	10	1	1		8
Тема 4.	10	2	4		4	10	1	2		7
Разом за змістовим модулем 1	**30**	**8**	**8**		**14**	**30**	**4**	**4**		**22**
Змістовий модуль 2. Моделі та методи дослідження динамічних систем в умовах невизначеності.										
Тема 1.	15	2			13	15	1			14

Тема 2.	15	2	2		11	15	1	1		13
Тема 3.	15	2	2		11	15	1	1		13
Тема 4.	15	2	2		11	15	1	1		13
Разом за змістовим модулем 2	**60**	**8**	**6**		**46**	**60**	**4**	**3**		**53**
ІНДЗ*										
Усього годин	**90**	**16**	**14**		**60**	**90**	**8**	**7**		**75**

* – Не передбачено робочим навчальним планом

5. Теми семінарських занять

Не передбачено навчальним планом

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Приклади динамічних система в механіці, фізиці та в задачах теорії керування.	2
2	Фазові траєкторії та атрактори.	2
3	Застосування сучасних інформаційних та комп’ютерних технологій в задачах лінійної та нелінійної динаміки.	4
4	Прийняття рішень в умовах ризику та в умовах невизначеності.	2
5	Застосування нечіткої логіки та теорії нечітких множин в нелінійних задачах сучасної механіки і фізики.	2
6	Проблеми автоматичного та автоматизованого керування нелінійними системами.	2

7. Теми лабораторних занять

Не передбачено навчальним планом

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми/ види завдань	Кількість годин
1	Динамічна система як математична абстракція.	2
2	Динамічні система в механіці, фізиці та в задачах теорії керування.	2
3	Нелінійні динамічні системи.	6
4	Застосування сучасних інформаційних та комп’ютерних технологій для розв’язання задач нелінійної динаміки.	4
5	Основи нечіткої логіки.	13
6	Прийняття рішень в умовах невизначеності.	11

7	Застосування нечіткої логіки та теорії нечітких множин в практичних задачах нелінійної динаміки.	11
8	Керування нелінійними системами.	11
	Разом	60

До самостійної роботи відноситься:
[1] – підготовка до лекцій, практичних занять;
[2] – написання програмних кодів (прикладних програм);
[3] – проведення аналізу отриманих моделей.

9. Індивідуальне навчально-дослідне завдання

Не передбачено робочим навчальним планом

10. Методи навчання

Лекції з використанням мультимедійного презентаційного матеріалу.

11. Методи контролю

Навчальна дисципліна вивчається протягом одного семестру та складається з двох змістових модулів (ЗМ). По завершенні курсу аспіранти складають залік. Залік виставляється за результатами роботи здобувача вищої освіти впродовж усього семестру.

Здобувач вищої освіти одержує підсумкову оцінку, якщо за результатами поточного контролю він набрав 60 і більше балів.

Якщо за результатами поточного контролю здобувач вищої освіти набрав менше 60 балів, він повинен виконати залікове завдання (підсумковий модульний контроль) і з урахуванням його результатів одержати відповідну кількість залікових балів із дисципліни.

Підсумкове оцінювання здійснюється шляхом врахування усіх отриманих здобувачем вищої освіти оцінок. Підсумкова оцінка визначається як зважена сума балів за результатами поточного контролю. За два змістових модулі аспірант може одержати максимум 100 балів.

Під час **підсумкового модульного контролю** аспірант повинен відповісти на 2 запитання викладача з переліку, наведеному у п. 12.

Критерії оцінювання на підсумковому модульному контролі:

1. Відповідь повинна бути повною і короткою. Вона не повинна мати в собі матеріал, що не відноситься до сутті питання.
2. Чітко формулювати твердження, вправно застосовувати знання основних питань програми.
3. Відповіді, що мають помилкові твердження, оцінюються виходячи з близькості відповіді до правильної.
4. Пропуски в обґрунтуванні тверджень враховуються і це призводить до зменшення кількості балів.

5. Малі недоліки, неточності при викладенні матеріалу, зменшують кількість балів.
6. Незнання і нерозуміння основної ідеї теоретичного питання або задачі призводить до зняття до 90 % балів.
7. Якщо відповідь на питання відсутня то виставляється нуль балів.

12. Питання для підсумкового контролю

1. Поняття динамічної системи.
2. Детермінованість динамічної системи.
3. Якісна теорія диференціальних рівнянь.
4. Фазовий простір динамічної системи.
5. Способи завдання динамічних систем.
6. Поняття фазового потоку.
7. Атрактор системи.
8. Нелінійні динамічні системи.
9. Сучасні інформаційні та комп'ютерні технології для розв'язання задач нелінійної динаміки.
10. Нечітка логіка та теорія нечітких множин.
11. Теорія прийняття рішень.
12. Прийняття рішень за класичною моделлю, а також в умовах ризику та невизначеності.
13. Поняття керування.
14. Основні принципи керування.
15. Автоматичне регулювання та автоматизоване керування.
16. Задачі оптимального управління.
17. Математичне та алгоритмічне забезпечення автоматизованих систем керування.
18. Інформаційне і програмне забезпечення автоматизованих систем керування.
19. Особливості керування нелінійними системами.

13. **Розподіл балів, які отримують аспіранти (поточний контроль, самостійна робота)**

Змістовий модуль № 1				Змістовий модуль № 2				
Т1	Т2	Т3	Т4	Т1	Т2	Т3	Т4	
5	10	15	20	10	15	15	10	**100**

Т1, Т2 , Т3, Т4 – теми змістових модулів

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	**A**	відмінно	зараховано
85-89	**B**	добре	
75-84	**C**		
70-74	**D**	задовільно	
60-69	**E**		
35-59	**FX**	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	**F**	незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов’язковим повторним вивченням дисципліни

14. Рекомендована література

Основна

1. Гащук, П.М. Лінійні динамічні системи і звичайні диференціальні рівняння.– Львів : Українські технології, 2002. – 607 с.
2. Іванов А. О. Теорія автоматичного керування – Дніпропетровськ: Національний гірничий університет. – 2003. – 250 с.
3. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. В 10 т.: Т. VI. Гидродинамика. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. – 736 с.
4. Кушлик-Дивульська О.І., Кушлик Б.Р.. Основи теорії прийняття рішень. – К., 2014. – 94с.
5. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. В 10 т.: Т. VI. Гидродинамика. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. – 736 с.
6. Ларичев О.И. Наука и искусство принятия решений. – М.: Наука, 1979. – 200 с.

7. Мелихов А.Н. Ситуационные советующие системы с нечеткой логикой /А.Н. Мелихов, Л.С. Бернштейн, С.Я. Коровин. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1990. – 272 с.
8. Михалевич В.С. Концепция построения основных функциональных подсистем системы поддержки принятия решений /В.С. Михалевич, В.Л. Волкович //Автоматика. – 1993. – №5. – С.3-13.
9. Попович М. Г., Ковальчук О. В. Теорія автоматичного керування. – К.: Либідь, 2007. – 656 с.
10. Синтез лінійних оптимальних динамічних систем : навч. посіб. / [О.Ю. Лозинський, А.О. Лозинський, Я.Ю. Марущак та ін.]. – Львів : Львівська політехніка, 2016. – 392 с.
11. Трохимчук, П.П. Нелінійні динамічні системи. – Луцьк : Вежа-Друк, 2015. – 275 с.
12. Arrowsmith D.K., Place C.M.. An Introduction to Dynamical Systems. –1. – Cambridge University Press, 1990. – 432 p.
13. Devaney, Robert L. An Introduction to Chaotic Dynamical Systems. – 2 (Studies in Nonlinearity). -– Westview Press, 2003. – 350 p.
14. Strogatz, Steven H. Nonlinear Dynamics and Chaos: With Applications to Physics, Biology, Chemistry, and Engineering. — 2 (Studies in Nonlinearity). — Westview Press, 2014. — 528 p.

Додаткова

1. Holmgren, Richard. A First Course in Discrete Dynamical Systems. – 2 (Universitext). – Springer, 2013. — 233 p.
2. Volkov V. Choice under uncertainty without evaluators / V. Volkov, N. Makoyed // Proceedings of the X Annual Scientific Conference «Information Technology and Automation – 2017». – Odessa: ONAFT, 2017. – P. 5-6.
3. Volkov V. Transition of combustion to explosion and decision support systems for explosion protection. In: Lecture Notes in Computational Intelligence and Decision Making. ISDMCI 2020. / V. Volkov, Y. Kryvchenko // Advances in Intelligent Systems and Computing. – 2021. – Vol 1246. – Springer, Cham. – P. 437-447.